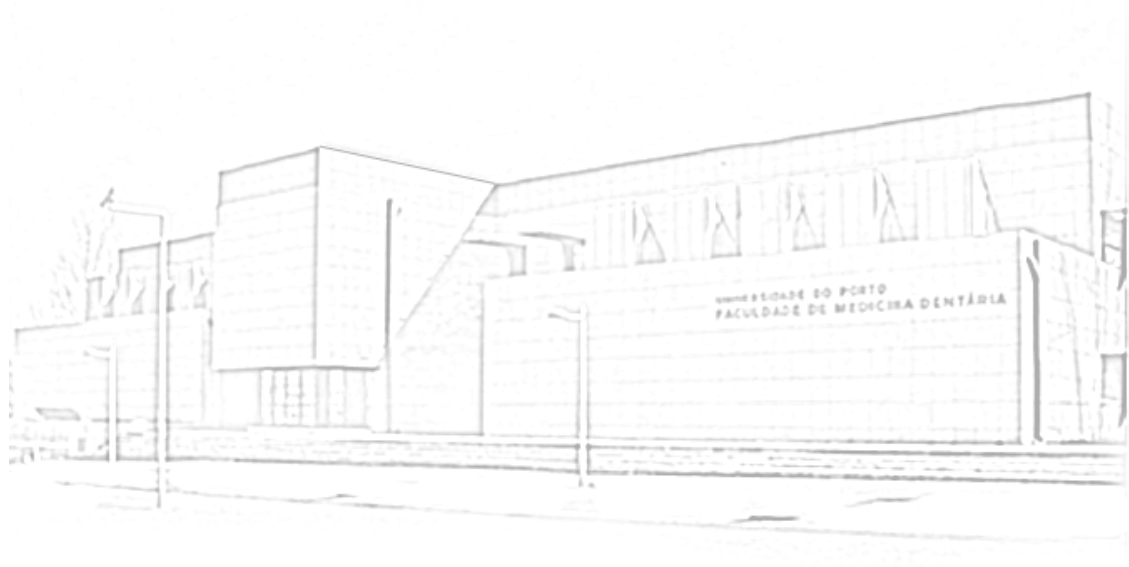




**FACULDADE DE
MEDICINA DENTÁRIA**
UNIVERSIDADE DO PORTO



Artigo de revisão bibliográfica

Bases bioquímicas do branqueamento dentário

Carla Micaela Faria Andrade

FMDUP 2012

Orientador: Prof. Doutor João Miguel Silva e Costa Rodrigues



Faculdade de Medicina Dentária da Universidade do Porto
Rua Dr. Manuel Pereira da Silva, 4200-392 Porto PORTUGAL
www.fmd.up.pt



**FACULDADE DE
MEDICINA DENTÁRIA**
UNIVERSIDADE DO PORTO

Artigo de Revisão Bibliográfica

Mestrado Integrado em Medicina Dentária

BASES BIOQUÍMICAS DO BRANQUEAMENTO DENTÁRIO

Carla Micaela Faria Andrade

Orientador:

Prof. Doutor João Miguel Silva e Costa Rodrigues

Faculdade de Medicina Dentária da Universidade do Porto

Rua Dr. Manuel Pereira da Silva, 4200-392 Porto

Email: cmicasfaria@msn.com

Porto, 2012

Agradecimentos

Ao Prof. Doutor João Rodrigues pela disponibilidade e apoio no decorrer desta jornada.

Índice	
Resumo	1
Abstract	1
1. Introdução.....	3
2. Materiais e Métodos	4
3. Desenvolvimento.....	5
3.1 Estrutura dentária	5
3.2 Coloração dentária.....	6
3.3 Branqueamento dentário	8
3.3.1 Tipos de branqueamento	8
3.3.2 Agentes branqueadores.....	8
3.3.3 Processo	10
3.3.4 Efeitos Adversos	13
4. Conclusão	16
Bibliografia.....	18

Resumo

A estética dentária tem sido uma crescente preocupação por parte da população ao longo dos tempos. Uma das maiores causas de insatisfação é a coloração dentária. Assim sendo, vários estudos têm sido desenvolvidos com o objetivo de desenvolver novos métodos e técnicas focando-se no branqueamento dentário.

O branqueamento dentário pode ser realizado na estrutura externa do dente, designando-se de branqueamento vital. De outro modo, pode ser realizado intracoronariamente, denominando-se branqueamento em dentes não-vitais.

Vários estudos referem a utilização de diferentes agentes branqueadores como o peróxido de hidrogénio, peróxido de carbamida, perborato de sódio e hidroxilite. O branqueamento, hoje em dia, é baseado no peróxido de hidrogénio como agente ativo.

Este artigo de revisão foca-se, principalmente, numa abordagem bioquímica do branqueamento dentário. O seu objetivo é a análise dos processos pelos quais os dentes sofrem alteração da coloração dentária e, também, os mecanismos possíveis para reverter ou minimizar esses mesmos processos.

Palavras-chave: cor dentária; branqueamento; branqueamento dentário; mecanismos bioquímicos do branqueamento; bioquímica do branqueamento.

Abstract

Through times, population has increased their preoccupation about dental aesthetics. The major cause of dissatisfaction has been the tooth color. Therefore, many studies have been performed, aiming the development of new methods and techniques focusing on dental bleaching.

Dental bleaching can be done through the external layer of the tooth, being this procedure named as vital bleaching. Otherwise, it can also be done intracoronary, named bleaching in non-vital tooth.

Some studies refer the use of a variety of different bleaching agents like hydrogen peroxide, carbamide peroxide, sodium perborate and hidroxilite. Nowadays the bleaching mainly uses, as its active agent, hydrogen peroxide.

This review article focuses, mainly, on a biochemistry approach of dental bleaching. Its purpose is to analyze the procedures in which teeth alter their color and also the possible mechanisms to reverse or minimize these same mechanisms.

Keywords: dental color; bleaching; tooth bleaching; biochemistry of bleaching; beaching mechanism.

1. Introdução

Nos dias que correm há uma preocupação crescente, por parte da população em geral, com a estética dentária. Esta varia desde uma satisfação pessoal a uma necessidade profissional.

^{1 2 3} As maiores inquietações da nossa sociedade em relação à estética dentária são determinadas por diversos fatores. Uma das maiores causas da insatisfação é a coloração dentária que, de alguma forma, poderá não corresponder às expectativas do paciente e é encarada, muitas vezes, como indicador do estado global de saúde do indivíduo.^{1 4}

Esta crescente preocupação com a coloração dos dentes levou a um grande desenvolvimento das técnicas de branqueamento dentário, procedimento terapêutico utilizado para combater esta insatisfação.^{1 4} Assim sendo, este método tem sido amplamente realizado e diversos materiais e técnicas têm sido apresentados. O facto de ser seguro, minimamente invasivo e não-destrutivo faz com que seja genericamente um procedimento bem-aceite.²

A cor dentária é influenciada pela combinação da sua cor intrínseca e pela presença de qualquer pigmento extrínseco que se possa formar na superfície do dente.^{3 5 6 7 8 9 10} Também pode ser causada por alterações estruturais nos tecidos duros dentários.⁹ A coloração intrínseca encontra-se relacionada com a difusão da luz e com as propriedades de absorção do esmalte e da dentina, sendo que, em geral, a dentina desempenha um papel muito mais importante na determinação da cor do dente.^{11 10} No caso de manchas extrínsecas, estas tendem a formar-se em áreas de difícil acesso para escovagem e por ação abrasiva dos dentífricos. Esta coloração, em muitos casos, é produzida ou intensificada pela ingestão de certos alimentos ¹², como por exemplo os taninos que são encontrados no vinho, pelo tabaco e, também, pelo uso de determinados agentes catiónicos (como a clorhexidina) ou por sais metálicos (estanho e ferro).³
^{5 10} Os dentes também podem adquirir uma coloração anormal devido a patologias, como por exemplo, a fluorose dentária e a amelógenese imperfeita.^{13 12 14}

A fluorose dentária é um distúrbio do desenvolvimento do esmalte dentário causada por sucessivas exposições a altas concentrações de flúor, durante o período do desenvolvimento dentário, desencadeando uma diminuição do seu conteúdo mineral e um aumento da porosidade. Esta anomalia pode ter vários graus de severidade que dependem da altura e duração da exposição¹³. O período de maior risco com implicação estética situa-se entre os 20 e 30 meses de idade. A aparência clínica desta patologia pode surgir numa forma mais leve, como estrias

bilaterais opacas e brancas. Estas estrias podem coalescer para formar grandes manchas brancas. Numa forma mais grave, o esmalte pode apresentar-se globalmente com descoloração.¹³

No que concerne à amelogénese imperfeita, esta é descrita como um grupo complexo de distúrbios e condições hereditárias que perturbam o desenvolvimento da estrutura do esmalte e que existe independentemente de qualquer desordem sistémica. Estes defeitos afetam tanto a dentição primária, como a permanente. De um modo geral, esta condição é caracterizada pela formação e coloração anormal do esmalte (amarelo ou cinza), maior risco de cárie dentária, sensibilidade dentária, baixa estética e diminuição da dimensão vertical de oclusão.¹⁴

Globalmente, as alterações na coloração dentária podem ser tratadas com o recurso a métodos químicos que visam o branqueamento dos dentes. Os agentes químicos mais utilizados neste procedimento são o peróxido de hidrogénio e o peróxido de carbamida.^{1 15 16 10}. São vários os métodos disponíveis para obtenção de branqueamento dentário. Estes podem ser divididos em dois grandes grupos: realizados no consultório (“in office-bleaching”), e em casa (“at home-bleaching”), sob supervisão do médico dentista.^{1 17 2 10 15}

A presente monografia tem por objetivo fazer uma revisão dos processos pelos quais os dentes sofrem alteração da coloração dentária e, também, os mecanismos possíveis para reverter ou minimizar esses mesmos processos. Pretende-se realizar uma revisão descritiva, apresentando conclusões relativas a casos mais particulares, ou seja, uma revisão não-generalizada, visto que o tema em questão possui uma caracterização extensa, o que poderia resultar numa revisão mais superficial.

2. Materiais e Métodos

Foi efetuada uma revisão sistemática da literatura, através da pesquisa e análise de artigos publicados em revistas indexadas, no período 1995-2011, *on-line* e impressas em papel.

Palavras-chave utilizadas: Tooth + whitening process; tooth + staining; enamel + tooth whitening; mechanisms + tooth colour; dental + colour alterations; biochemical + dental; biochemical + mechanisms + tooth whitening

3. Desenvolvimento

3.1 Estrutura dentária

À semelhança dos dentes de todos os outros mamíferos, os dentes humanos são compostos por quatro estruturas distintas: esmalte, dentina, polpa e cimento.¹⁸ O esmalte dentário é o tecido que ocupa a maior porção do dente, seguido pela dentina e polpa. Tanto o esmalte como a dentina têm essencialmente uma função de proteção do dente.¹⁸

O esmalte dentário é composto por um elevado teor de minerais, dos quais se destacam os iões de cálcio e fosfato, essencialmente sob a forma de hidroxiapatite.^{18 19} Estes encontram-se altamente organizados em cristais e representam cerca de 87% do seu volume e 95% do seu peso.^{19 20} Enquanto outros tecidos mineralizados do organismo apresentam aproximadamente 20% de matéria orgânica, o esmalte maturado possui apenas 1%. Os cristais inorgânicos do esmalte, estendem-se geralmente desde a dentina subjacente em direção à superfície do dente, organizando-se em feixes designados por prismas. A organização e elevada mineralização dos prismas do esmalte conferem-lhe as propriedades físicas necessárias para que seja considerado o tecido mais duro nos vertebrados.¹⁹ No entanto, esta estrutura mineral não é igual em todos os indivíduos, porque podem estar presentes impurezas que alteram algumas das propriedades físico-químicas do dente e do ambiente bucal.²¹ Por exemplo, dependendo das impurezas, a solubilidade do esmalte pode ser alterada.²² Algumas das impurezas encontradas são carbonatos, sódio, potássio e magnésio.²³

A formação do esmalte dentário é controlada por fatores genéticos. Assim sendo, existem algumas doenças genéticas associadas a malformações do esmalte. Estas podem provocar desde pequenos defeitos localizados a uma agenesia total do esmalte.¹⁹

A dentina, que é a camada subjacente ao esmalte, possui uma estrutura semelhante ao osso²². A dentina é composta por túbulos dentinários que são formados pela deposição de uma matriz mineralizada de pré-dentina à volta de odontoblastos, durante a dentinogénese, a qual confere permeabilidade a este tecido. Esta permeabilidade varia de acordo com o número e diâmetro dos túbulos de cada região da coroa ou raiz.²⁴ O número e o diâmetro dos túbulos aumentam perto da câmara pulpar. De acordo com Marshall²⁴, a sua organização estrutural e as variações micro-estruturais, refletem influências formativas, como o tamanho, forma e tipo de dente.²⁴ A dentina é capaz de promover a integridade estrutural do dente e de absorver os impactos derivados das

forças físicas que são aplicadas aos dentes e que atingem o esmalte.^{22 25}. Sendo assim, previne as fraturas que essas forças poderiam provocar no esmalte.²² A dentina é formada principalmente por produtos secretados pelos odontoblastos. A dentina maturada contém cerca de 70% de conteúdo mineral, 20% de matriz orgânica e 10% de água se considerarmos o seu peso. O componente orgânico principal da matriz é o colagénio²⁵. O seu elevado conteúdo orgânico em comparação com o esmalte permite à dentina deformar ligeiramente sob compressão e assim confere a resiliência necessária à coroa para resistir às forças mastigatórias. A dentina pode ser dividida em peritubular e intertubular. Estas diferem na composição, em que a primeira parece ser hipermineralizada e com um menor teor de colagénio na sua matriz orgânica, enquanto a intertubular apresenta na sua constituição aproximadamente 92% de colagénio.²⁵

O cimento, basicamente, apresenta função de fixação. Este fixa o dente ao osso por meio dos ligamentos periodontais.¹⁸

A polpa dentária é um tecido vivo, constituída por terminações nervosas, vasos, fibroblastos e linfócitos. Apesar de desempenhar, também, função de proteção, o seu principal papel é regular e manter a homeostasia dentária.¹⁸

3.2 Coloração dentária

Por definição, o fenómeno da cor é uma resposta psicofísica à interação que existe entre a energia emitida pela luz e a experiência subjetiva do observador. Existem três fatores que podem influenciar a percepção da cor: a fonte de luz, o objeto que está a ser visualizado e o observador.³

Assim sendo, quando a luz atinge o dente, quatro fenómenos podem ser descritos: transmissão especular da luz através do dente, reflexão especular na superfície, difusão da reflexão na superfície, e absorção e difusão da luz para o interior dos tecidos dentários. Ou seja, a luz segue caminhos irregulares através do dente antes de emergir na superfície da incidência e alcançar o olho do observador.³

A cor dentária é influenciada pela combinação da sua cor intrínseca e pela presença de qualquer pigmento extrínseco que possa formar-se na superfície dentária, ou pela combinação dos dois.^{8 26 10 6 27 28} A cor intrínseca está associada com a difusão de luz e com as propriedades adsorptivas do esmalte e da dentina. Neste contexto, a dentina desempenha um papel mais importante na determinação da cor dentária.¹⁰

A alteração de cor, devido a fenômenos intrínsecos, ocorre como consequência da presença de material cromogéneo no interior do esmalte ou da dentina. Este tipo de pigmento pode ser dividido em dois grupos: pré-eruptivo e pós-eruptivo.^{26 27} O tipo mais comum de alteração pré-eruptiva é a fluorose endêmica (devido à excessiva ingestão de fluoreto durante o desenvolvimento dentário). Também a pigmentação induzida por tetraciclinas ocorre durante a odontogênese e resulta da interação desses fármacos com os cristais de hidroxiapatite, na fase de mineralização²⁷. Além disso, malformações dos tecidos dentários desencadeiam-se como resultado de condições hereditárias, como é o caso da dentinogênese imperfeita ou da amelogenese imperfeita^{12 27}. Estas condições podem surgir na fase dentária pré-eruptiva. Desordens hematológicas, como a talassemia e a eritroblastose fetal são fatores desencadeantes de pigmentação pré-eruptiva, onde as alterações nos processos de coagulação levam a que haja presença de sangue no interior dos túbulos dentinários.²⁷ Após a erupção dentária, as maiores causas de alteração na cor dentária de origem intrínseca são a idade (por desgaste da estrutura dentária e/ou deposição de dentina secundária), iatrogenia^{26 6 3}, necrose pulpar, dentina esclerosada^{3 26}, que afetam as propriedades de transmissão de luz dos dentes, resultando num gradual escurecimento dos mesmos³. Adicionalmente, as alterações na cor podem também ser provocadas por intervenções dentárias, como por exemplo materiais restauradores no interior do canal radicular e polpa residual após tratamento endodôntico radical, reabsorção radicular e hemorragia intra-pulpar.²⁶ Deste modo, a coloração dentária natural tem tendência a intensificar-se e/ou modificar-se com a idade, ficando na maior parte dos casos, mais escura e amarela.³

A atração de diferentes substâncias para a superfície dentária tem um importante significado na deposição dos pigmentos extrínsecos. Os tipos de forças atrativas incluem interações de longo alcance, como as forças de hidratação, interações hidrofóbicas, forças dipolo-dipolo e ligações de hidrogénio. Estas interações permitem que o cromogéneo ou pré-cromogéneo se fixem na superfície dentária e determinem se a adesão irá ocorrer²⁷. A tenacidade da adesão cromogénea varia de acordo com a substância em causa. Contudo, os mecanismos que determinam as forças de adesão ainda não estão totalmente compreendidos. Por exemplo, evidências clínicas mostram que a pigmentação resultante da ingestão de café e de chá, causada essencialmente por taninos, apresenta uma mais difícil remoção com o avançar da idade²⁷. Globalmente, os pigmentos extrínsecos têm tendência a depositar-se em áreas que são menos acessíveis à escovagem dentária e à ação abrasiva dos dentífricos.²⁷ Esta pigmentação é, em muitos casos, promovida

pelo tabaco, dieta rica em taninos, uso de certos agentes catiónicos como a clorohexidina e sais metálicos (estanho e ferro, por exemplo),¹⁰ e ingestão de chá, vinho tinto, cenouras e laranjas.⁶

3.3 Branqueamento dentário

Por definição, o branqueamento dentário é um processo de descoloração.¹⁰ Como já foi referido anteriormente, os materiais com cor produzidos numa solução ou superfície são, normalmente, compostos orgânicos.¹⁰ Estes possuem cadeias extensas, com ligações simples e duplas, muitas vezes conjugadas.¹⁰ Frequentemente incluem, na sua cadeia com ligações duplas conjugadas, heterociclos, anéis fenil e grupos carbonil, e são comumente designados de cromóforos.¹⁰

3.3.1 Tipos de branqueamento

O branqueamento dentário pode ser realizado na estrutura externa do dente^{6 29 17 25}, designando-se de branqueamento vital, ou então, intracoronariamente^{6 29 17 25}, em dentes com tratamento endodôntico radical, denominando-se de branqueamento em dentes não-vitais.^{6 29 17 30}

No tratamento de dentes vitais, o branqueamento pode ser classificado em caseiro (“at home-bleaching”)^{6 31 17 32 17}, no consultório (“in office-bleaching”)^{6 31 17 32}, ou na associação das duas técnicas (“power bleaching”)³², e os produtos designados por “over-the-counter-products”^{33 6 34}.

Quando se trata do tratamento de dentes não-vitais, a designação passa a ser “Walking Bleach”²⁶.

3.3.2 Agentes branqueadores

Vários estudos referem a utilização de agentes branqueadores como o peróxido de carbamida, peróxido de hidrogénio^{28 30 29 34 10 35 36 32}, perborato de sódio^{28 30 35 32} e hidroxilite³², no branqueamento dentário.

Uma característica comum a todos os peróxidos, incluindo o de carbamida e de hidrogénio é a sua capacidade para produzir radicais livres, os quais têm sido implicados em vários processos biológicos, inclusive no branqueamento dentário.³⁷

O peróxido de carbamida é um composto orgânico formado por ureia e peróxido de hidrogénio^{26 36 38 34}, tendo sido introduzido em 1989 por Haywood e Heymann³⁸, para dentes vitais e, recentemente para dentes não-vitais.³⁸ Num ambiente hidrofílico³⁶, por exemplo em contato com a saliva ou com os tecidos³², sofre hidrólise, originando aproximadamente 3%^{36 32}

a 5%³⁶ de peróxido de hidrogénio^{32 36} e 7%^{32 36} a 10%³² de ureia^{32 36}. O peróxido de hidrogénio continua a decompor-se, originando água e oxigénio, ao passo que a decomposição da ureia origina amónia e dióxido de carbono.³² A ureia é importante, na medida em que eleva o pH e move-se, livremente, através do esmalte e dentina.³²

Os produtos à base de peróxido de carbamida são constituídos por glicerol ou propilenoglicol (representam cerca de 85% do produto), agentes aromáticos, ácido fosfórico ou cítrico e carbapol (polímero de carboxipolimetileno).³² Nesse sentido, estes produtos podem ser classificados de acordo com a presença ou não de carbapol.³² A principal função do carbapol é espessar o produto e aumentar a aderência do gel aos tecidos dentários. Os produtos que contêm este composto libertam o oxigénio mais lentamente, sendo indicados por isso, para aplicação noturna.³² Isto porque, a frequência com que o agente branqueador tem de ser substituído está diretamente relacionada com a taxa de libertação do oxigénio. Assim sendo, a quantidade de material necessária será inferior.³² As soluções de libertação rápida de oxigénio não contêm carbapol.³²

O branqueamento, hoje em dia, é baseado no peróxido de hidrogénio como agente ativo.^{6 39} Pode ser aplicado diretamente ou produzido através de uma reação química do perborato de sódio ou peróxido de carbamida.^{6 36} O peróxido de hidrogénio atua como oxidante biológico³⁶, e por isso, oxida uma grande variedade de compostos orgânicos e inorgânicos.^{10 36} São vários os mecanismos, através dos quais estas reações se desencadeiam dependendo do substrato, da reação ambiental e da catálise.¹⁰ O peróxido de hidrogénio pode ter apresentação em forma de gel ou líquida.³² É o agente branqueador mais amplamente utilizado nos consultórios dentários, normalmente a uma concentração de 35%.³² Existem três fatores-chave que vão determinar a eficácia do processo: a concentração do agente branqueador, duração do tratamento e número de aplicações.³⁶ O peróxido de hidrogénio apresenta grande efetividade na remoção de pigmentos do esmalte e da dentina de dentes vitais e não-vitais.³⁸ As soluções de peróxido de hidrogénio apresentam um pH ácido, o que se torna uma desvantagem, uma vez que se situa abaixo do pH crítico para o processo de desmineralização da matriz inorgânica do dente (aproximadamente 5,5). Contudo, já existem produtos com pH mais elevado e, por isso, com menor risco para a integridade da apatite dentária.³²

O perborato de sódio é um agente usado, principalmente, no tratamento de dentes não-vitais.^{32 38}. Pode encontrar-se as formas mono-, tri-, ou tetrahidratada.²⁶ Tal como acontece com o peróxido de carbamida³⁵, o perborato de sódio³⁸ ao reagir com a água produz peróxido de

hidrogénio ^{26 35 38}, que é o principal agente responsável pelo processo de branqueamento dentário ³⁵, libertando oxigénio ³⁸.

A hidroxilite foi introduzida no mercado com o intuito de diminuir a sensibilidade dentária provocada por este tipo de tratamento. ³² Este agente desencadeia a libertação de oxigénio, sem a libertação do peróxido. ³²

Apesar de quer o peróxido de hidrogénio quer o de carbamida serem agentes muito efetivos no branqueamento dentário, quando se compara a sua ação isoladamente verifica-se que o peróxido de hidrogénio apresenta uma eficiência cerca 2,76 vezes maior do que o peróxido de carbamida. ³²

3.3.3 Processo

Independentemente do produto utilizado, o agente branqueador atua através de reações de oxidação-redução sobre o substrato escurecido (pigmentos). ^{24 26} Esta reação modifica as moléculas escurecidas dentro da dentina e visa restaurar a cor original. ^{24 26} De acordo com Kawamoto e Tsujimoto ²⁴ os agentes branqueadores devem ter baixo peso molecular para que possam penetrar dentro da dentina e esmalte e remover total ou parcialmente os pigmentos. ²⁴ O sucesso dos procedimentos branqueadores está diretamente relacionado com a penetração destes agentes na dentina. ²⁴

O êxito/resultado do branqueamento depende principalmente da concentração do agente branqueador ^{6 40}, da capacidade do agente alcançar as moléculas de cromóforo ⁶, e da duração e número de vezes que o agente entra em contato com as moléculas de cromóforo. ^{40 6} Quanto maior a concentração da solução branqueadora, mais rápido a mudança na cor vai ocorrer. ³⁴ Então, o processo de branqueamento dentário pode ocorrer através da oxidação das substâncias orgânicas poliméricas (pigmentos) ^{24 32 35} e destruição das suas ligações duplas (principais responsáveis pela coloração das moléculas), alterando assim os pigmentos para substâncias acrómicas de baixo peso molecular. ^{10 35} Os agentes envolvidos nestas reações são altamente instáveis e, quando em contato com os tecidos, produzem radicais livres que oxidam os pigmentos. ³² O oxigénio libertado penetra nos túbulos dentinários e age nos compostos com anéis de carbono (altamente pigmentados), convertendo-os em compostos mais claros. ^{26 6 10 29 28} ^{27 32} Além disso, os compostos de carbono com ligações duplas sofrem reações de adição, onde as mesmas são convertidas em ligações simples e os carbonos adquirem grupos hidroxilo (sem cor). ^{6 10 29 32} O radical hidroxilo é gerado a partir do peróxido de hidrogénio após a sua

interação com íons metálicos (principalmente Fe^{2+}), irradiação luminosa ou por laser. Este é uma forma ativa, tóxica e livre do oxigénio, que reage com as biomoléculas, induzindo alterações químicas e/ou quebras na sua estrutura.⁴¹ Apesar do mecanismo de atuação e o papel do peróxido de hidrogénio no processo de branqueamento dentário ainda não se encontrar completamente esclarecido, pensa-se que o forte poder oxidante desta molécula atua ao nível dos componentes orgânicos da dentina e nos pigmentos, resultando no efeito branqueador.⁴¹ Segundo um estudo, o grupo hidroxilo ou o peróxido de hidrogénio não influenciam os componentes inorgânicos da dentina, mas apenas os compostos orgânicos.⁴¹ Quando o branqueador ultrapassa o ponto de saturação - quantidade ótima na qual o branqueamento atingido é máximo - este processo diminui e o agente branqueador começa a atuar noutros compostos que também apresentem cadeias de carbono, como as proteínas da matriz do esmalte. A partir deste ponto, a perda de proteínas da matriz de esmalte torna-se muito rápida, sendo convertida em dióxido de carbono e água, o que desencadeia o aumento da porosidade e fragilidade do dente.³²

Globalmente, o processo de branqueamento pelo peróxido de hidrogénio ainda não está completamente compreendido. Contudo é sabido que este atua como um forte agente oxidante através do processo descrito anteriormente.^{10 36 6} Estas reações dependem das condições ambientais existentes no momento da reação (temperatura, pH, luz e presença de metais de transição).¹⁰ Por exemplo, em condições alcalinas, o branqueamento dentário normalmente ocorre através da via anião peridroxil.¹⁰ Outras condições, como a clivagem homolítica de qualquer ligação O-H ou O-O no peróxido de hidrogénio, podem conduzir ao aumento da formação de radicais livres.¹⁰ Também, reações iniciadas fotoquimicamente, aumentam a formação de radicais hidroxilo (provenientes do peróxido de hidrogénio).¹⁰

A difusão inicial do peróxido de hidrogénio, devido ao seu baixo peso molecular^{32 36} e poder de desnaturação de proteínas,³² ocorre para o interior do esmalte e através deste para alcançar a junção esmalte-dentina e, conseqüentemente, a dentina.^{10 36 32} A difusão do peróxido através da dentina está dependente da composição e concentração do agente branqueador usado.⁴²

Em relação ao peróxido de carbamida, o branqueamento é alcançado através da decomposição deste em ureia e peróxido de hidrogénio e as modificações morfológicas dos dentes têm sido atribuídas a esta clivagem nos dois produtos.²⁹ A ureia, que teoricamente irá decompor-se em dióxido de carbono e amónia,⁶ atua como um agente caotrópico, desnaturando as proteínas do material orgânico contido dentro da estrutura dentária. Apresenta um grande potencial de penetração através do esmalte, afetando as estruturas prismáticas e interprismáticas.

Tal facto contribui para o aumento da permeabilidade e mudanças microestruturais.²⁹ O elevado pH da amónia facilita o processo de branqueamento. Isto pode ser explicado pelo facto de, numa solução básica, ser requerida uma menor energia de ativação para a formação dos radicais livres, provenientes do peróxido de hidrogénio, e a taxa de reação ser mais elevada. Como resultado, há um melhor rendimento, quando comparado com ambientes ácidos. Contudo, o processo de formação da ureia, nesta reação, não se encontra completamente esclarecido.⁶

No branqueamento de dentes não-vitais, produtos como o peróxido de hidrogénio^{24 6 38} ou de carbamida^{6 38}, hipoclorito de sódio²⁴ e perborato de sódio^{38 24} têm vindo a ser usados, em diferentes concentrações, e várias fontes de calor têm sido aplicadas para acelerar a reação e melhorar o resultado do branqueamento.⁶ Em relação ao perborato de sódio, o mesmo pode ser utilizado isoladamente ou em associação com outros agentes.²⁴

As combinações de perborato de sódio e água ou peróxido de hidrogénio têm vindo a ser utilizadas no tratamento de dentes não-vitais, na técnica designada por “walking bleach”.⁶ Neste tratamento, os produtos são colocados na câmara pulpar por 3 a 7 dias e substituídos até que a cor se torne aceitável.⁶ Alguns estudos *in vitro*, têm permitido concluir que o perborato de sódio em água, perborato de sódio em 3 a 30% de peróxido de hidrogénio e 10% de peróxido de carbamida são eficientes no branqueamento interno de dentes não-vitais.⁶ Contudo, é preciso ter em consideração que em diferentes condições clínicas os resultados poderão variar.⁶

Em 1961, Spasser³⁸ recomendou o uso de perborato de sódio e água no interior da câmara pulpar. Em 1967 esta técnica foi modificada por Nutting e Poe³⁸ que substituíram a água por peróxido de hidrogénio a 30% e sugeriram o termo “walking bleach” para esta técnica. Estes autores reportaram que o perborato de sódio e o peróxido de hidrogénio libertam oxigénio, e assim, a sua combinação deveria exercer efeito sinérgico e ser mais efetiva. Contudo, atualmente tem vindo a ser discutida a sua efetividade e, também, os danos causados pelos materiais branqueadores, especialmente na reabsorção cervical externa.³⁸

A eficácia do branqueamento depende não só do solvente usado (água ou peróxido de hidrogénio, em diferentes concentrações), mas também do tipo de perborato de sódio utilizado.³⁸ De facto, o perborato de sódio difere no seu conteúdo em oxigénio, o qual pode ser considerado como uma medida de potencial de eficácia no branqueamento.³⁸

Os agentes branqueadores podem ser ativados no consultório através de fontes luminosas, em que o principal objetivo é iniciar a reação através do aumento da temperatura e acelerar a

decomposição dos agentes.^{32 43} Estas fontes podem ser o laser de argônio, de CO₂, LEDs, luz de xenônio e luz de fotopolimerizador, sendo os mais utilizados os LEDs e lasers.³² Contudo, existem estudos que não mostram diferenças significativas na sua utilização, quando se comparam com resultados em que nenhuma fonte de calor é utilizada.^{12 43}

Na associação de técnicas há a combinação das melhores características do branqueamento em consultório e caseiro.³² Esta é usada em pacientes que necessitem de resultados rápidos e com dificuldade em realizar apenas o método caseiro.³² Nesse sentido, o processo é iniciado no consultório com um agente mais agressivo, como o peróxido de hidrogénio, para produzir uma mudança inicial de cor.³² Posteriormente, a técnica caseira é recomendada para que haja uma alteração gradual e manutenção da cor.³²

3.3.4 Efeitos Adversos

O peróxido pode induzir *stress* oxidativo na cavidade oral, tanto nos tecidos moles como nos tecidos duros e os efeitos adversos deste agente na cavidade oral continuam a ser alvo de discussão na comunidade científica.⁴² A capacidade antioxidante da cavidade oral é limitada, devido ao facto da enzima peroxidase na saliva e na película adquirida, que são as proteínas mais relevantes com função antioxidante, serem inativadas irreversivelmente pelo substrato.⁴² Isto aplica-se, também, para a atividade da peroxidase humana na câmara pulpar.⁴²

Alguns estudos laboratoriais têm demonstrado que os componentes do gel branqueador, como o peróxido de hidrogénio, são capazes de se difundir através do dente até à câmara pulpar. Além disso, alguns radicais livres são libertados da degradação dos agentes branqueadores aplicados no esmalte.⁴³ Pensa-se que estes produtos, altamente tóxicos, possam interagir com as proteínas da membrana celular e desencadear uma reação autocatalítica conhecida como peroxidação lipídica. Esta pode causar danos irreversíveis na membrana celular e até morte das células.⁴³

As consequências da utilização de fontes de calor têm sido analisadas *in vitro*. Tem sido admitido que estas podem aumentar a difusão dos componentes tóxicos através do esmalte e dentina, causando danos pulpares significativos.⁴³ Contudo, esta afirmação tem sido contestada por outros trabalhos, nomeadamente por um estudo, *in vivo*, em que os resultados demonstram que o calor não causa danos nesta estrutura.⁴³ Isto foi explicado pelo facto de os dentes vitais possuírem um fluido dentinário produzido por pressões intrapulpares, extensões citoplasmáticas dos odontoblastos e outros componentes intratubulares. Admite-se que este possa prevenir a

difusão dos componentes dos agentes branqueadores através dos túbulos dentinários.⁴³ Além disto, a polpa contém um sistema de vasos linfáticos que participa na eliminação, por difusão trans-dentinal, de produtos externos.⁴³ É também defendido que o *stress* oxidativo gerado pela presença de radicais livres, ativa o sistema defensivo das células pulpares, libertando-se, assim, agentes endógenos anti-oxidantes (como por exemplo, a enzima superóxido dismutase e a catalase). Estes promovem a degradação enzimática do peróxido de hidrogénio e podem proteger as células pulpares dos efeitos citotóxicos dos agentes branqueadores e prevenir ou evitar danos excessivos nos tecidos.⁴³

Assim sendo, no que diz respeito à segurança nos tecidos e sensibilidade para as soluções de peróxido de hidrogénio, a literatura é pouco clara e limitada na sua extensão.³⁴ Existe documentação para a perceção do paciente sobre a sensibilidade dentária e irritação gengival ou parâmetros clínicos para os tecidos duros e moles, mas normalmente não para ambos.³⁴ Alguns estudos reportaram que a irritação gengival é o efeito adverso mais comum³⁴. Contudo, Mokhlis et al³⁴ citam que não há diferença nos efeitos adversos quando se comparam soluções de peróxido de carbamida com peróxido de hidrogénio.³⁴

No branqueamento externo, alguns efeitos adversos documentados incluem ardor, erosões gengivais e hipersensibilidade dentária.⁴² Além disso, alterações em materiais restauradores e nos tecidos duros dentários são discutidos controversamente na literatura.⁴² Neste contexto, é tido em consideração que os tecidos moles orais sofrem um *turnover* muito rápido, enquanto os tecidos duros são estruturas não regeneráveis com estruturas não efusivas.⁴² Embora alguns dos efeitos adversos possam ser transitórios, muitas pessoas reclamam de hipersensibilidade durante a aplicação externa dos agentes branqueadores que podem levar à cessação do regime de branqueamento.⁴² Outros efeitos como alteração da morfologia, permeabilidade e composição química da dentina têm sido relatados.²⁵

No branqueamento de dentes não-vitais (branqueamento interno) foram encontrados efeitos adversos como reabsorção radicular.^{29 36 31} Este efeito adverso tem sido atribuído à difusão do peróxido de hidrogénio para os tecidos perirradiculares, resultando possivelmente em defeitos de cimento. Todavia, o mecanismo exato não se encontra bem determinado.³⁸ Alguns autores também concluíram que a penetração do peróxido do gel de peróxido de carbamida é significativamente mais baixa do que a mistura de peróxido de hidrogénio e perborato de sódio. Daí, sugeriram que o gel de peróxido de carbamida poderia promover menores riscos de reabsorção radicular externa, pós-branqueamento.³⁸ Contudo, em alguns estudos, os níveis de

peróxido medidos na polpa são muito mais baixos do que aqueles necessários para produzir inativação de enzimas pulpaes.¹⁰

Associado ao branqueamento há a preocupação de que o baixo pH dos agentes branqueadores possa resultar em descalcificação do esmalte.³⁵

Relativamente ao branqueamento caseiro, alguns autores consideraram-no vantajoso, na medida em que é um método simples, fácil e de baixo custo,^{12 32 44} que recorre a agentes branqueadores de baixa concentração (a maioria dos médicos dentistas utiliza concentrações de 15-20%¹²) e que pode ser empregue em vários dentes simultaneamente. As substâncias que requer são de acesso fácil no mercado, pode ser usado em casos de recidiva de cor, não promove efeitos adversos nos dentes e tecidos moles.³² Em contrapartida, uma vez que a aplicação dos produtos é realizada pelo paciente, a evolução do tratamento depende deste. Alguns pacientes podem apresentar hipersensibilidade dentária durante o tratamento, e este não atua em dentes com manchas brancas, opacas, extremamente escuras (como as provocadas por tetraciclinas) e em dentes que apresentam restaurações dentárias extensas.³² Estudos clínicos têm demonstrado que a aplicação em casa de produtos baseados em 10% de peróxido de carbamida branqueiam efetivamente os dentes⁴⁴. Alguns estudos mostram que este método é mais efetivo e aceite do que os usados no consultório dentário. Outros demonstram ainda a alta longevidade deste método⁴⁴. A maioria revela que a sensibilidade dentária é o maior efeito adverso associado a esta técnica, seguido por irritação gengival. Contudo, estes efeitos são transitórios e desaparecem no fim do tratamento.⁴⁴

No que concerne ao branqueamento no consultório, a sua aplicação permite respostas mais rápidas, recorrendo a agentes com concentrações mais elevadas.³² Exige, também, mais tempo de consultório e, por isso, envolve maiores custos.³² Pode estar indicado para um ou pequenos grupos de dentes, mas também é usado em todos os dentes.³² O médico dentista pode optar pelo uso de peróxido de hidrogénio a 7,5 %, contudo é mais comum o uso de concentrações de 35%.³² Esta técnica, por norma, provoca mais hipersensibilidade do que a caseira, isto porque, o peróxido de hidrogénio puro atinge a polpa em maior concentração que o peróxido de carbamida, e a utilização de luz (principalmente a halogénea) aumenta a temperatura intrapulpal, influenciando o nível de hipersensibilidade que o paciente experimenta.³² A aplicação de um dessensibilizante reduz significativamente a penetração do peróxido através da dentina.⁴²

Hoje em dia, o peróxido de carbamida e o perborato de sódio têm vindo a ganhar relevância devido aos ligeiros danos nos tecidos causados por estes agentes.³⁸

4. Conclusão

A importância do branqueamento dentário na sociedade atual tem vindo a aumentar, cada vez mais. Assim sendo, há uma extensa literatura que descreve os diferentes processos associados, bem como a sua eficácia e segurança. Contudo, alguns destes estudos são contraditórios e a maior preocupação está na falta de investigações clínicas de larga escala e de longa duração, sobre a toxicidade dos seus agentes e segurança na utilização dos mesmos.

Todavia, pode-se constatar que o peróxido de hidrogénio é o agente mais amplamente utilizado como agente ativo. Nos consultórios dentários é utilizado, normalmente, com concentração de 35%. Este apresenta grande efetividade na remoção de pigmentos do esmalte e dentina de dentes vitais e não-vitais.

Em relação aos efeitos adversos deste agente na cavidade oral, ainda continuam a ser alvo de discussão entre a comunidade científica. É consensual que a maioria dos pacientes reclama de hipersensibilidade durante a aplicação externa do agente branqueador (em dentes vitais), que desaparece espontaneamente após a interrupção do tratamento. No que concerne a dentes não-vitais, os efeitos adversos mais encontrados foram relacionados com reabsorção radicular.

Quando comparados, o branqueamento realizado em casa com o executado em consultório, a maioria dos autores considera o primeiro mais vantajoso e efetivo, sendo que a sua longevidade é maior. A sensibilidade dentária é o efeito adverso mais comumente associado a este método. O segundo método apesar de mais rápido, parece provocar mais hipersensibilidade uma vez que as concentrações utilizadas são maiores do que na técnica caseira. No entanto, atualmente não existem evidências que demonstrem que o branqueamento dentário aumente a suscetibilidade do esmalte à erosão ou abrasão.

As fontes de calor, muitas vezes utilizadas nos consultórios médico-dentários, como forma de aumentar a eficiência do branqueamento, devem ser usadas com cautela para não provocar danos nos tecidos orais.

O correto diagnóstico, a seleção do agente e técnica branqueadora, e a compreensão das interações biológicas com os tecidos duros e moles são fatores que determinam não apenas o sucesso imediato, como também a longo-prazo e a satisfação do paciente perante o

branqueamento dentário. Perante isto, cabe ao médico dentista selecionar e adequar qual o melhor procedimento branqueador a efetuar em cada paciente individualmente.

Bibliografia

1. Berga-Caballero A, Forner-Navarro L, Amengual-Lorenzo J. At-home vital bleaching: a comparison of hydrogen peroxide and carbamide peroxide treatments. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal* 2006;11(1):E94-9.
2. Delfino CS, Chinelatti MA, Carrasco-Guerisoli LD, Batista AR, Froner IC, Palma-Dibb RG. Effectiveness of home bleaching agents in discolored teeth and influence on enamel microhardness. *J Appl Oral Sci* 2009;17(4):284-8.
3. Joiner A. Tooth colour: a review of the literature. *Journal of dentistry* 2004;32 Suppl 1:3-12.
4. Lima DA, Silva AL, Aguiar FH, Liporoni PC, Munin E, Ambrosano GM, et al. In vitro assessment of the effectiveness of whitening dentifrices for the removal of extrinsic tooth stains. *Braz Oral Res* 2008;22(2):106-11.
5. Sulieman M, Addy M, Rees JS. Development and evaluation of a method in vitro to study the effectiveness of tooth bleaching. *Journal of dentistry* 2003;31(6):415-22.
6. Dahl JE, Pallesen U. Tooth bleaching--a critical review of the biological aspects. *Crit Rev Oral Biol Med* 2003;14(4):292-304.
7. Gursoy UK, Eren DI, Bektas OO, Hurmuzlu F, Bostanci V, Ozdemir H. Effect of external tooth bleaching on dental plaque accumulation and tooth discoloration. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal* 2008;13(4):E266-9.
8. Demarco FF, Meireles SS, Masotti AS. Over-the-counter whitening agents: a concise review. *Braz Oral Res* 2009;23 Suppl 1:64-70.
9. Antonini LG, Luder HU. Discoloration of teeth from tetracyclines--even today? *Schweizer Monatsschrift fur Zahnmedizin = Revue mensuelle suisse d'odonto-stomatologie = Rivista mensile svizzera di odontologia e stomatologia / SSO*;121(5):414-31.
10. Joiner A. The bleaching of teeth: a review of the literature. *Journal of dentistry* 2006;34(7):412-9.
11. Ma X, Li R, Sa Y, Liang S, Sun L, Jiang T, et al. Separate contribution of enamel and dentine to overall tooth colour change in tooth bleaching. *Journal of dentistry*;39(11):739-45.
12. Christensen GJ. The tooth-whitening revolution. *Journal of the American Dental Association (1939)* 2002;133(9):1277-9.
13. Alvarez JA, Rezende KM, Marocho SM, Alves FB, Celiberti P, Ciamponi AL. Dental fluorosis: exposure, prevention and management. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal* 2009;14(2):E103-7.

14. Bharath Shetty Y, Shetty A. Oral rehabilitation of a young adult with amelogenesis imperfecta: a clinical report. *Journal of Indian Prosthodontic Society*;10(4):240-5.
15. Oteo Calatayud J, Mateos de la Varga P, Oteo Calatayud C, Calvo Box MJ. Comparative clinical study of two tooth bleaching protocols with 6% hydrogen peroxide. *International journal of dentistry* 2009;2009:928306.
16. Lee BS, Huang LC, Hong CY, Wang SG, Hsu WH, Yamauchi Y, et al. Synthesis of metal ion-histidine complex functionalized mesoporous silica nanocatalysts for enhanced light-free tooth bleaching. *Acta biomaterialia*;7(5):2276-84.
17. Sharafeddin F, Jamalipour G. Effects of 35% carbamide peroxide gel on surface roughness and hardness of composite resins. *J Dent (Tehran)* 2010;7(1):6-12.
18. Robinson C, Shore RC, Brookes SJ, Strafford S, Wood SR, Kirkham J. The chemistry of enamel caries. *Crit Rev Oral Biol Med* 2000;11(4):481-95.
19. Simmer JP, Hu JC. Dental enamel formation and its impact on clinical dentistry. *Journal of dental education* 2001;65(9):896-905.
20. ten Cate JM, Featherstone JD. Mechanistic aspects of the interactions between fluoride and dental enamel. *Crit Rev Oral Biol Med* 1991;2(3):283-96.
21. Dawes C. What is the critical pH and why does a tooth dissolve in acid? *J Can Dent Assoc* 2003;69(11):722-4.
22. Palmer LC, Newcomb CJ, Kaltz SR, Spoerke ED, Stupp SI. Biomimetic systems for hydroxyapatite mineralization inspired by bone and enamel. *Chemical reviews* 2008;108(11):4754-83.
23. Eanes ED. Enamel apatite: chemistry, structure and properties. *J Dent Res* 1979;58(Spec Issue B):829-36.
24. Rodrigues LM, Vansan LP, Pecora JD, Marchesan MA. Permeability of different groups of maxillary teeth after 38% hydrogen peroxide internal bleaching. *Braz Dent J* 2009;20(4):303-6.
25. Chng HK, Ramli HN, Yap AU, Lim CT. Effect of hydrogen peroxide on intertubular dentine. *Journal of dentistry* 2005;33(5):363-9.
26. Zimmerli B, Jeger F, Lussi A. Bleaching of nonvital teeth. A clinically relevant literature review. *Schweizer Monatsschrift fur Zahnmedizin = Revue mensuelle suisse d'odontostomatologie = Rivista mensile svizzera di odontologia e stomatologia / SSO* 2010;120(4):306-20.

27. Nathoo SA. The chemistry and mechanisms of extrinsic and intrinsic discoloration. *Journal of the American Dental Association (1939)* 1997;128 Suppl:6S-10S.
28. Plotino G, Buono L, Grande NM, Pameijer CH, Somma F. Nonvital tooth bleaching: a review of the literature and clinical procedures. *J Endod* 2008;34(4):394-407.
29. Dudea D, Florea A, Miha C, Campeanu R, Nicola C, Benga G. The use of scanning electron microscopy in evaluating the effect of a bleaching agent on the enamel surface. *Rom J Morphol Embryol* 2009;50(3):435-40.
30. Michida SM, Passos SP, Marimoto AR, Garakis MC, de Araujo MA. Intrapulpal temperature variation during bleaching with various activation mechanisms. *J Appl Oral Sci* 2009;17(5):436-9.
31. Lewinstein I, Fuhrer N, Churaru N, Cardash H. Effect of different peroxide bleaching regimens and subsequent fluoridation on the hardness of human enamel and dentin. *J Prosthet Dent* 2004;92(4):337-42.
32. Soares FF, de Sousa JAC, Maia C, Fontes C, Cunha LG, de Freitas AP. Bleaching in vital teeth: a literary review *Revista Saúde.Com* 2008;4(1):72-84
33. Sa Y, Chen D, Liu Y, Wen W, Xu M, Jiang T, et al. Effects of two in-office bleaching agents with different pH values on enamel surface structure and colour: An in situ vs. in vitro study. *Journal of dentistry* 2012.
34. Leonard RH, Jr., Smith LR, Garland GE, Tiwana KK, Zaidel LA, Pugh G, Jr., et al. Evaluation of side effects and patients' perceptions during tooth bleaching. *J Esthet Restor Dent* 2007;19(6):355-64; discussion 65-6.
35. Ito Y, Momoi Y. Bleaching using 30% hydrogen peroxide and sodium hydrogen carbonate. *Dental materials journal*;30(2):193-8.
36. Toledano M, Yamauti M, Osorio E, Osorio R. Bleaching agents increase metalloproteinases-mediated collagen degradation in dentin. *J Endod* 2011;37(12):1668-72.
37. Li Y. Toxicological considerations of tooth bleaching using peroxide-containing agents. *Journal of the American Dental Association (1939)* 1997;128 Suppl:31S-36S.
38. Valera MC, Camargo CH, Carvalho CA, de Oliveira LD, Camargo SE, Rodrigues CM. Effectiveness of carbamide peroxide and sodium perborate in non-vital discolored teeth. *J Appl Oral Sci* 2009;17(3):254-61.
39. Attin T, Albrecht K, Becker K, Hannig C, Wiegand A. Influence of carbamide peroxide on enamel fluoride uptake. *Journal of dentistry* 2006;34(9):668-75.

40. Gladwell J, Simmons D, Wright JT. Remineralization potential of a fluoridated carbamide peroxide whitening gel. *J Esthet Restor Dent* 2006;18(4):206-12; discussion 12-3.
41. Kawamoto K, Tsujimoto Y. Effects of the hydroxyl radical and hydrogen peroxide on tooth bleaching. *J Endod* 2004;30(1):45-50.
42. Hannig C, Weinhold HC, Becker K, Attin T. Diffusion of peroxides through dentine in vitro with and without prior use of a desensitizing varnish. *Clin Oral Investig* 2011;15(6):863-8.
43. Kina JF, Huck C, Riehl H, Martinez TC, Sacono NT, Ribeiro AP, et al. Response of human pulps after professionally applied vital tooth bleaching. *Int Endod J* 2010;43(7):572-80.
44. dos Santos Medeiros MC, de Lima KC. Effectiveness of nightguard vital bleaching with 10% carbamide peroxide -- a clinical study. *J Can Dent Assoc* 2008;74(2):163-63e.